

# 「ロックウールリサイクル材有効利用研究会」 平成15年度研究報告

近畿大学 産業理工学部(九州工学部)

九州国際大学 経済学部

新日鐵化学 株式会社

株式会社 新日化環境エンジニアリング

株式会社 テツゲン

株式会社 響エコサイト(太平工業 株式会社)

新日鐵高炉セメント 株式会社

泊技術士事務所

福岡県保健環境研究所

福岡県リサイクル総合研究センター

# 建築廃材由来のロックウールの有効利用

1. 建築廃材由来のロックウールの調査  
建築廃材由来のロックウールの物理化学性調査  
ロックウール系中和材としての利用の可否検討
2. ロックウール利用技術の開発  
ロックウール系中和材を使用した坑廃処理試験  
炭鉱廃水を用いた現地評価試験の実施と反応生成物の採取
3. 反応生成物(廃水処理後の廃材)のリサイクル活用検討  
使用後のロックウール系中和材のダイオキシン除去性能評価
4. まとめ

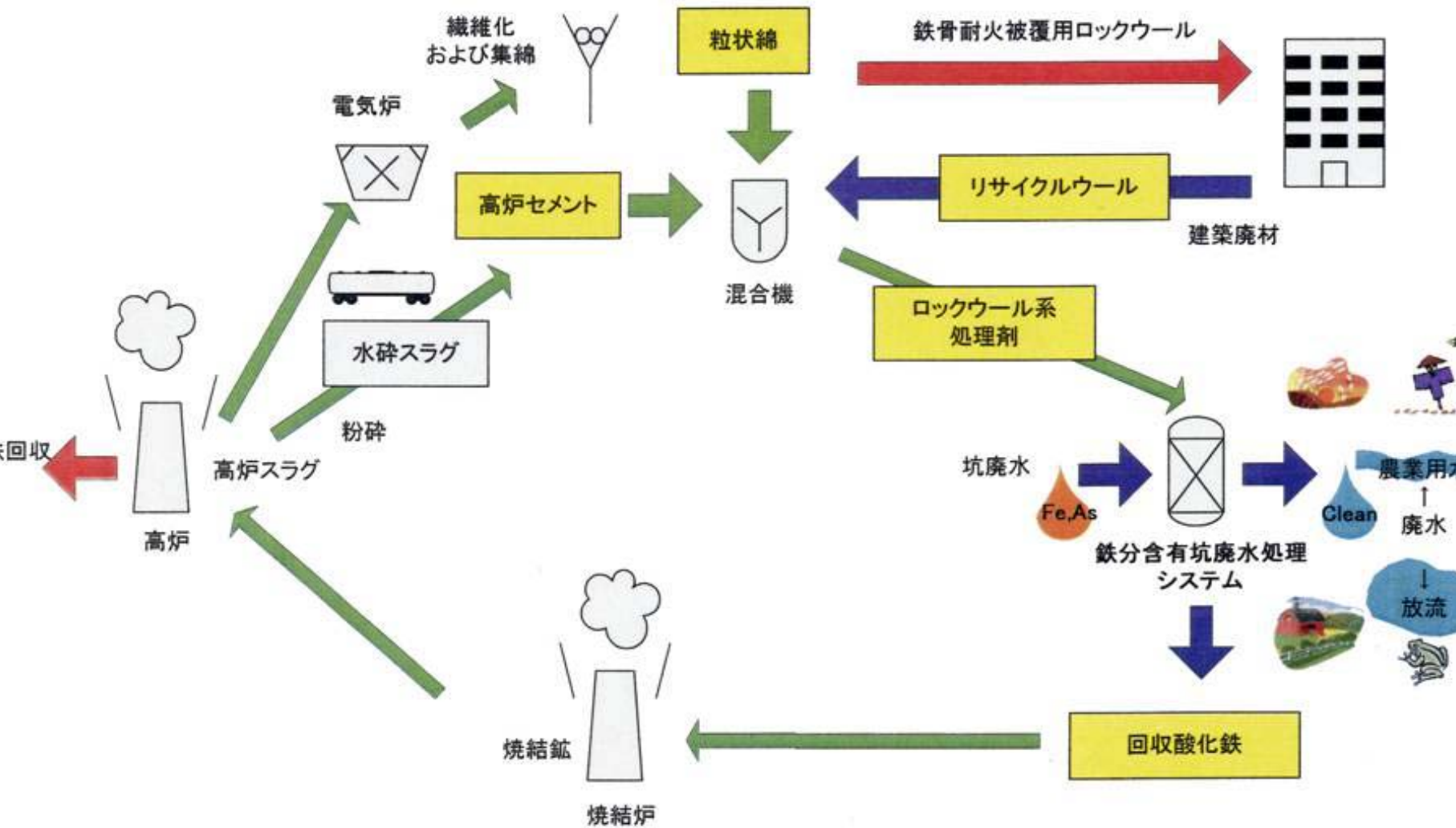


図1. ロックウール・スラグ系材料のリサイクル概念図

# 1. ロックウール系建築廃材の調査

## (1) 廃材の市場調査結果

- 1) 平成14年度の全国ロックウール出荷実績: 約32万トン
- 2) 九州地区内での使用量: 全国の約1割 = 約3万トン/年  
将来、建造物解体時にすべて廃棄物化

## 3) 平成14年度のロックウール系建築廃材の発生量

建設工事現場の吹付け施工時の落下物(落綿) + 成型品端材:  
約1万トン/年

解体工事現場の建築廃材: 約2万トン/年

ロックウール工場内で原料用に還元できない屑綿:  
全国7工場 = 約3万トン/年

現状では、すべて産業廃棄物として処分されている

## (2) ロックウール系建築廃材の物理化学性調査

\* 分別回収し易い、建設工事現場の吹付け施工時の落下物(落綿)について評価を実施

### 1) 評価内容

化学組成分析

透水性能測定

ごみ(木片、金属類)等の不純物の分離性

今回は、化学組成、形状に近いロックウール系中和材の原料として使用可能かどうか評価する

### 2) 調査結果

化学組成: ロックウール系中和材とほぼ同成分

カルシウムの不足分については、スラグ系焼成粉末の添加量で調整可能

嵩密度と透水性能: ロックウール系中和材と同一関係

ごみ類: 簡単な乾式分離装置にて仕分け可能

建築廃材由来のロックウールは中和材の原料として使用可能

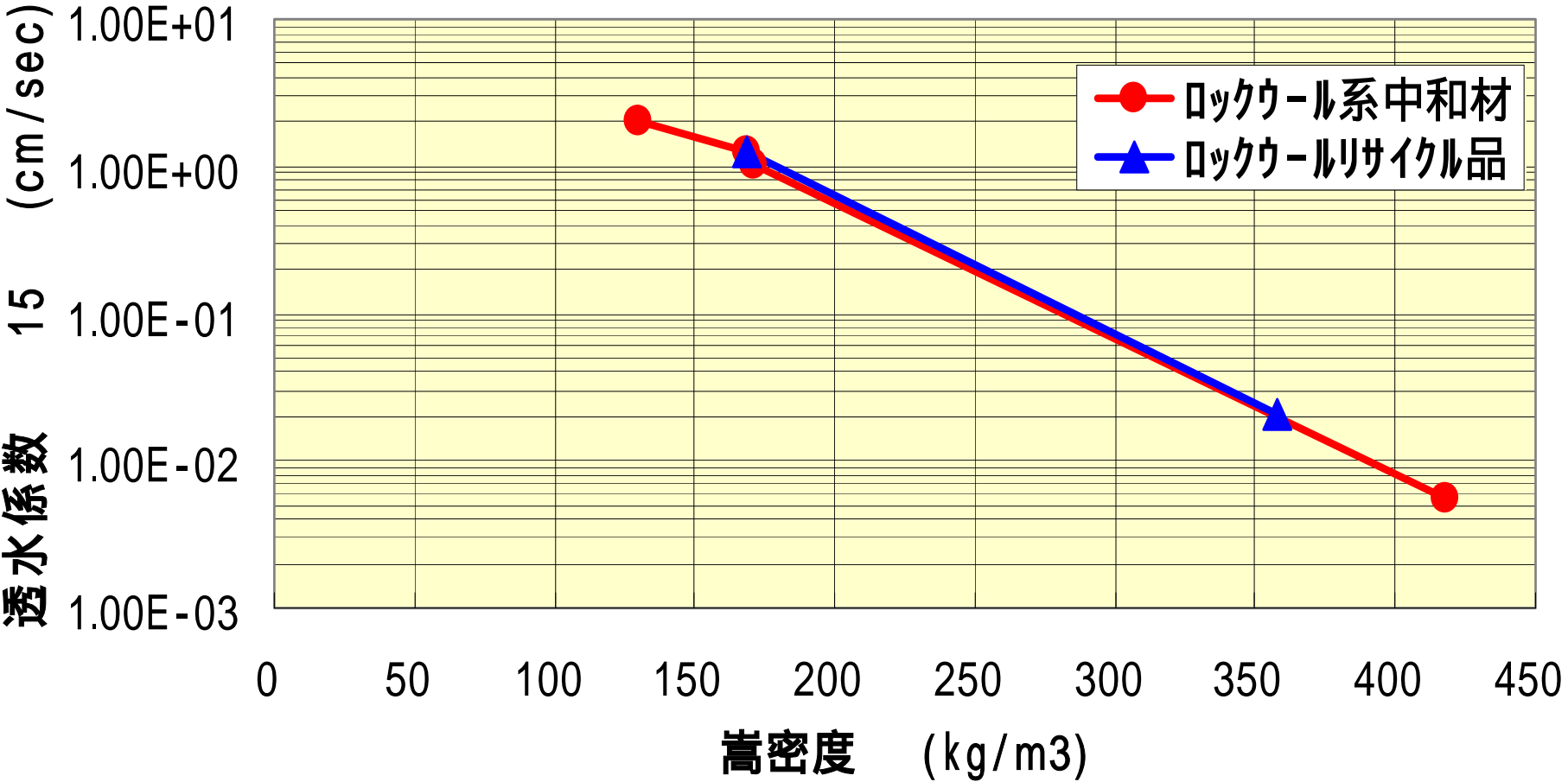


図2. 嵩密度と透水性との関係

表1 . ロックウール系廃棄物と中和材の化学組成

試料	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	S	IgLoss	水分
RW廃棄物 1	1.46	35.38	11.12	44.16	4.73	0.44	8.26	
RW廃棄物 2	1.11	36.53	12.08	41.30	5.75	0.62	8.64	
RW廃棄物 3 (塊状)	1.29	36.12	12.53	42.89	4.62	0.49	8.40	13.64
RW廃棄物 3 (粉末)	3.06	37.84	12.47	39.65	4.45	0.60	10.06	3.12
ロックウール系 中和材	1.32	33.00	10.81	48.55	3.01	0.70	0.44	0.0

## 2. ロックウール利用技術の開発

### \* 炭鉱廃水処理用ロックウール系中和材の検討

#### 従来の廃水処理技術

消石灰や炭酸カルシウム等を添加して中和し、生成した含水鉄酸化物殿物を沈殿池等で固液分離したのち、殿物を抜き取り、産業廃棄物処分場に捨てている

#### 従来の坑廃水処理技術の問題点

大規模な沈降分離設備を必要とするため、設備投資やランニングコストがかさみ、小規模処理に不向き

中和材の反応効率が悪く、未反応分が多く廃棄物量が多い

殿物がスライム状となるため、取扱い性が困難

殿物の処分コストが高い

殿物の有効利用が困難である

\* 廃水量が小規模の場合：有効な浄化手段がなく、たれ流し状態



## (1) ロックウール系中和材の特長

ロックウール系中和材は珪酸カルシウムを主成分とし、中和機能を主とするスラグ系焼成粉末と、ろ過材及び中和助材の役割を担うロックウールからなる混合物で、廃水処理に次の優れた効果を発揮する

中和材、反応生成物が固形で、スライムが発生しない

鉄分の除去能力が高い(Fe:300mg / 中和材1g)

反応生成物を砒素・リン等の吸着材として再使用可能

反応生成物をダイオキシン除去材の原料用活性酸化鉄として有効利用可能

中和材に廃水を通水するだけで、鉄分除去を行うことができ、大規模な中和設備が不要である

従来の研究により、強酸性の金属鉱山廃水処理に対応可能であることは確認済み

今回は、ロックウールバージン材を使用した中和材により、筑豊炭田地域の弱酸性の炭鉱廃水の処理性能を調査

人工廃水 (pH4.3Ax = 27.6meq/l・NaOH) の中和特性  
 (= pH1.8、2価鉄イオン:370mg/l,硫酸イオン:2510mg/l含有)

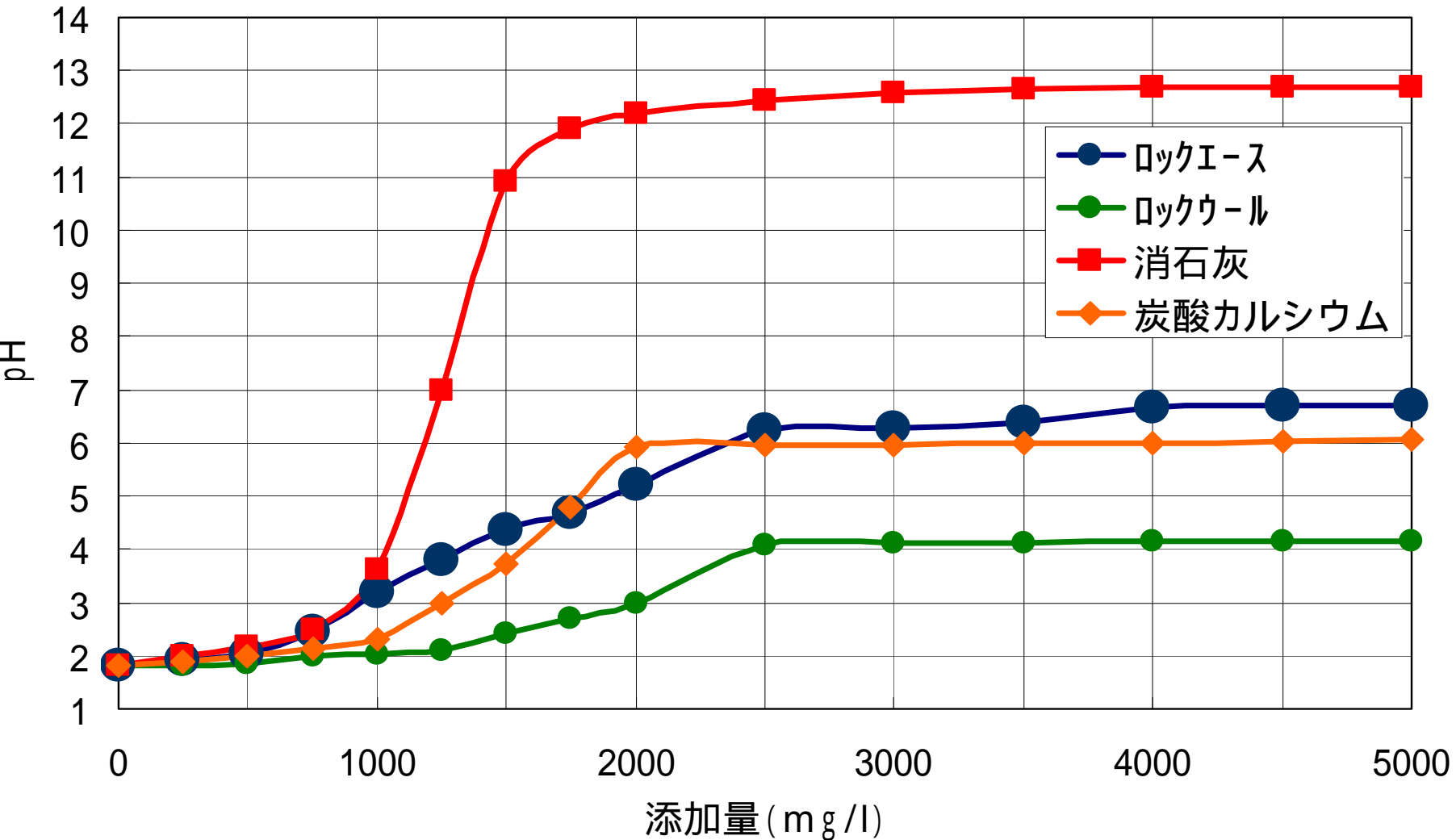


図3 . ロックウール系中和材の中和特性

## (2) 実験方法

- \* 実験場所: 福岡県飯塚市鯉田の旧炭鉱坑内水湧出地点付近に  
実験小屋を建設し、その内部に設置
- \* 実験装置: 3分割可能な角型カラム3系統(A、B、C)の処理槽  
処理槽: 高さ90cm(30cm × 3段)、長さ90cm、幅19cm
- \* 各処理槽(A、B、C)とも中和材を3等分して充填
- \* 給水は、定量ポンプで連続的に原水を汲み上げ、装置上部から  
中和材を通過させ下の樋で処理水を受ける
- \* 実験は平成15年10月28日から平成16年1月8日まで73日間実施

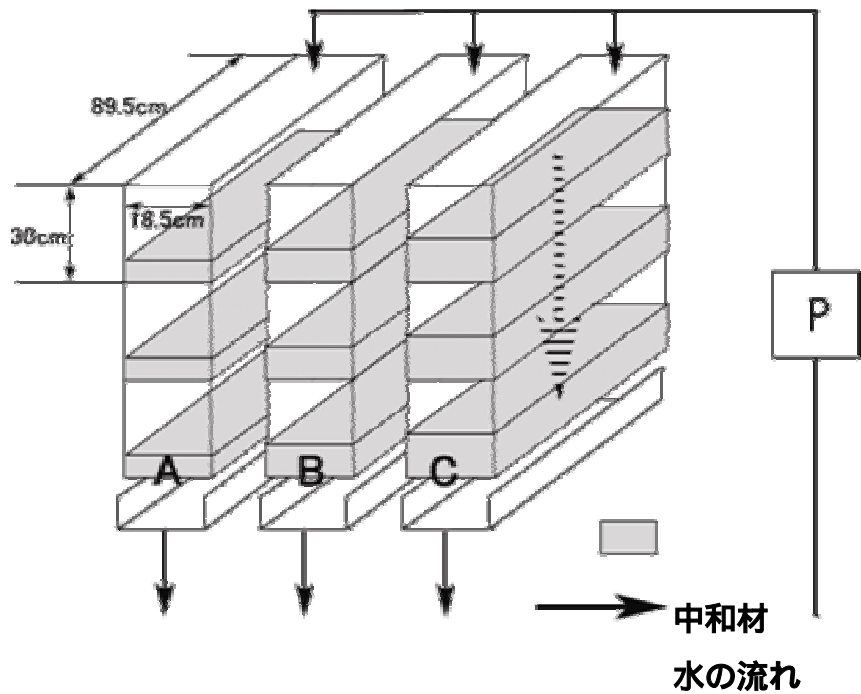


図4．実験装置の概要

**表2 . 各槽における実験条件**

<b>処理槽</b>	<b>中和材 充填量 (kg)</b>	<b>充填容 量(L)</b>	<b>充填高 さ (cm)</b>	<b>通水量 (L/d)</b>
A	3	12	7.3	452
B	6	26	15.6	448
C	12	56	34.0	447

**表3 . 処理水及び原水の水質 (実験期間中の平均値)**

処理槽	pH	EC (ms/m)	T-Fe (mg/L)	Ca <sup>2+</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	脱鉄率(%)
A	7.97	188.89	0.30	243.88	506.13	97.49
B	8.71	189.68	0.18	250.82	501.81	98.49
C	9.45	226.53	0.09	276.94	508.50	99.25
原水	6.02	163.00	11.72	220.13	502.92	

**表4 . 原水及びRW処理水の分析結果H14.12.19採水 (meq/L)**

	Na	K	Mg	Ca	Fe	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl	T-anion	T-cation	Ion balance
<b>鯉田原水</b>	2.91	0.31	2.55	11.97	0.43	3.93	13.98	0.93	18.17	18.84	0.96
<b>1系処理水(A)</b>	2.91	0.31	2.55	11.97	0.01	3.93	13.74	0.93	17.75	18.60	0.95
<b>2系処理水(B)</b>	2.91	0.28	2.55	12.47	0.00	4.09	13.95	0.93	18.21	18.97	0.96
<b>3系処理水(C)</b>	2.91	0.28	2.55	12.97	0.01	4.26	13.74	0.93	18.72	18.93	0.99

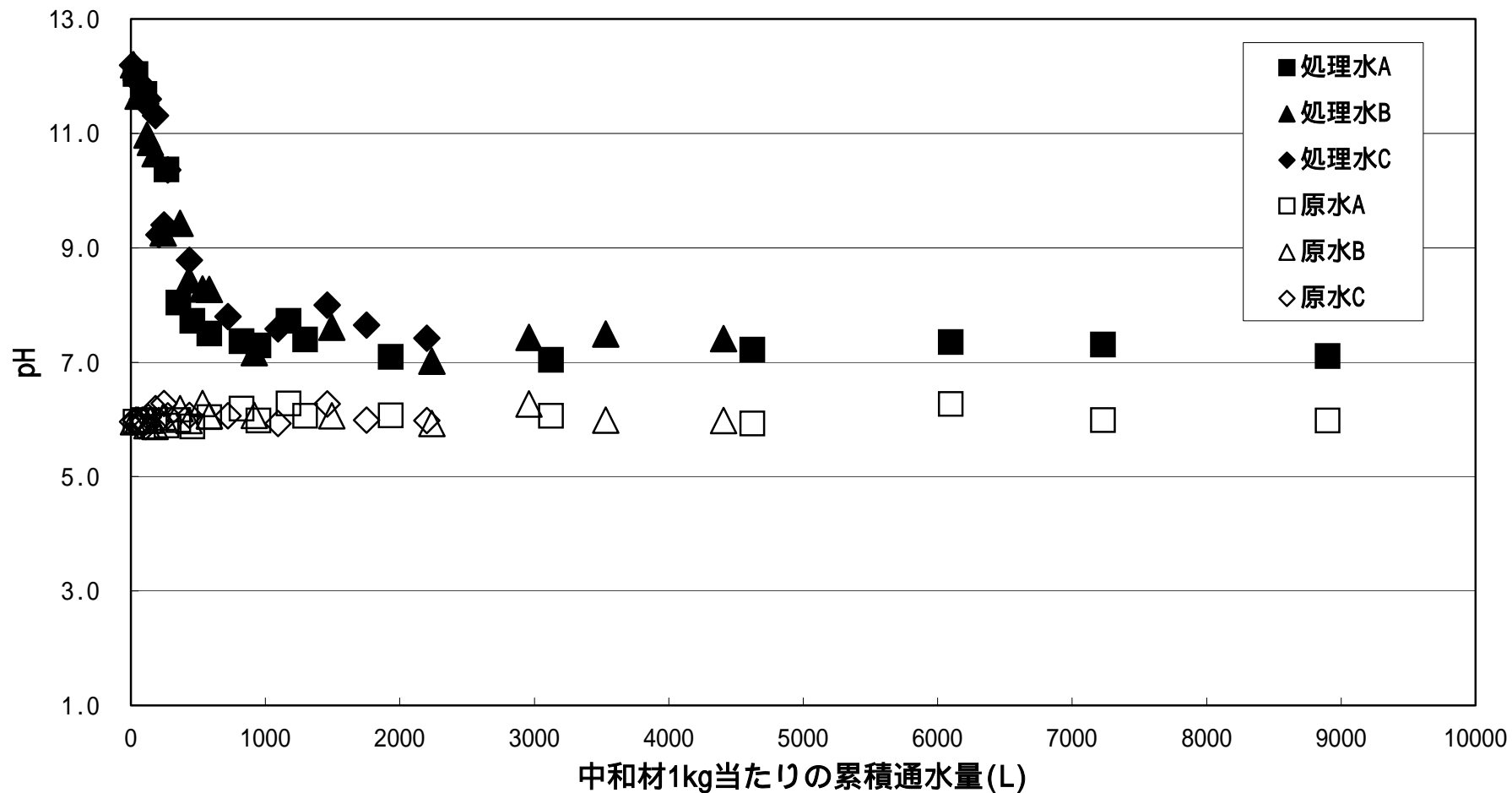


図5 . 処理水及び原水のpH



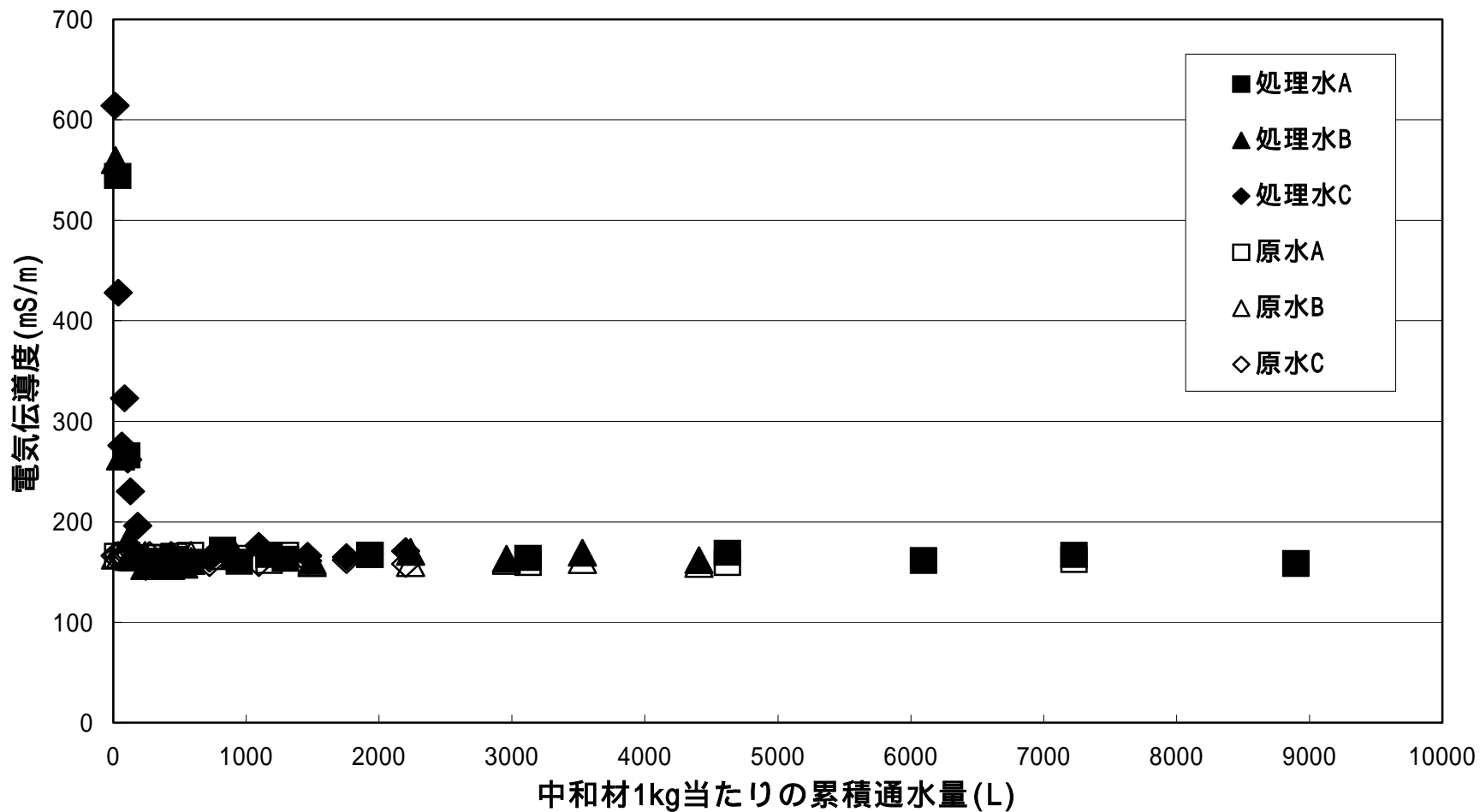


図6．処理水及び原水の電気伝導度

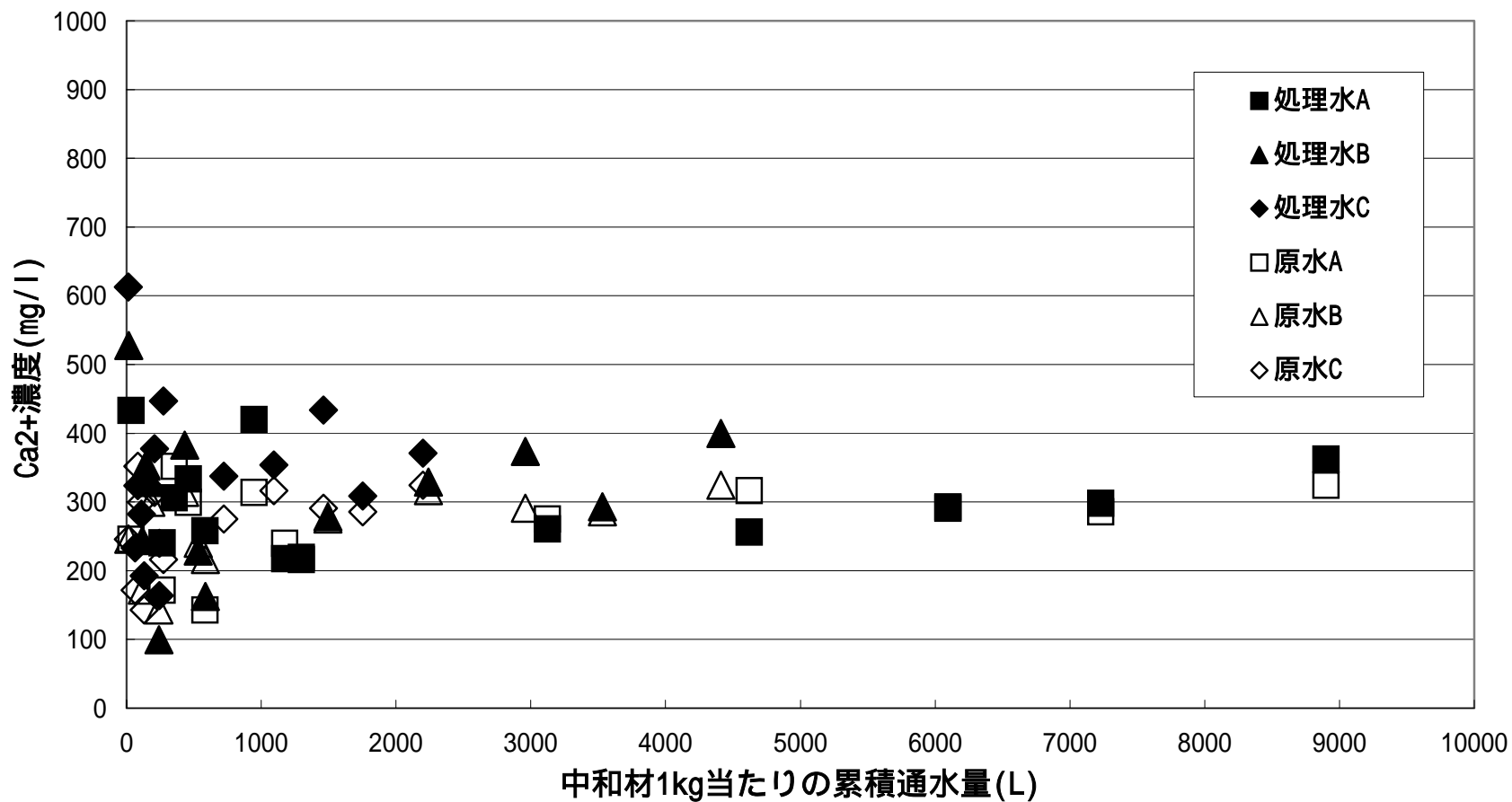


図7. 処理水及び原水のCa<sup>2+</sup>濃度

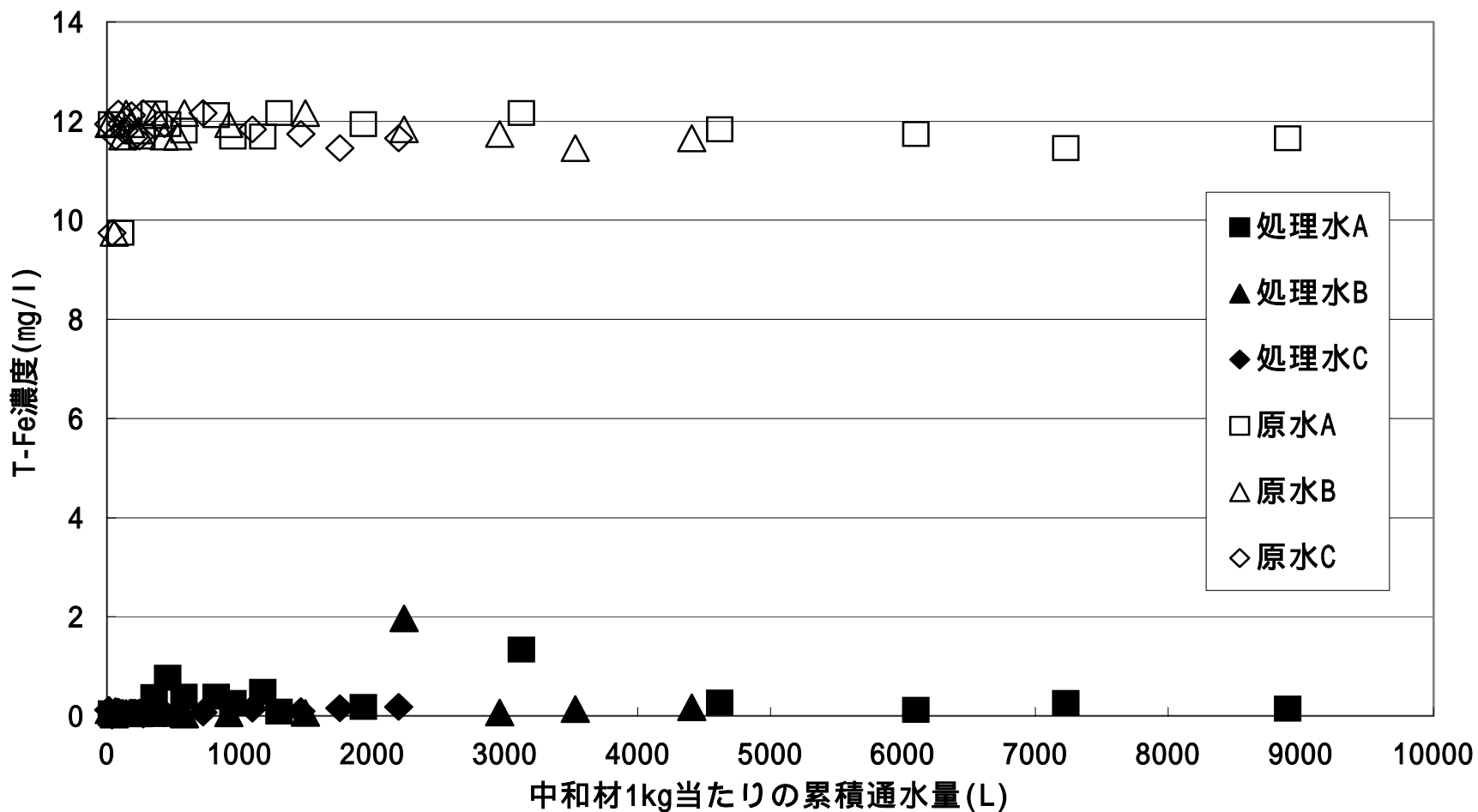
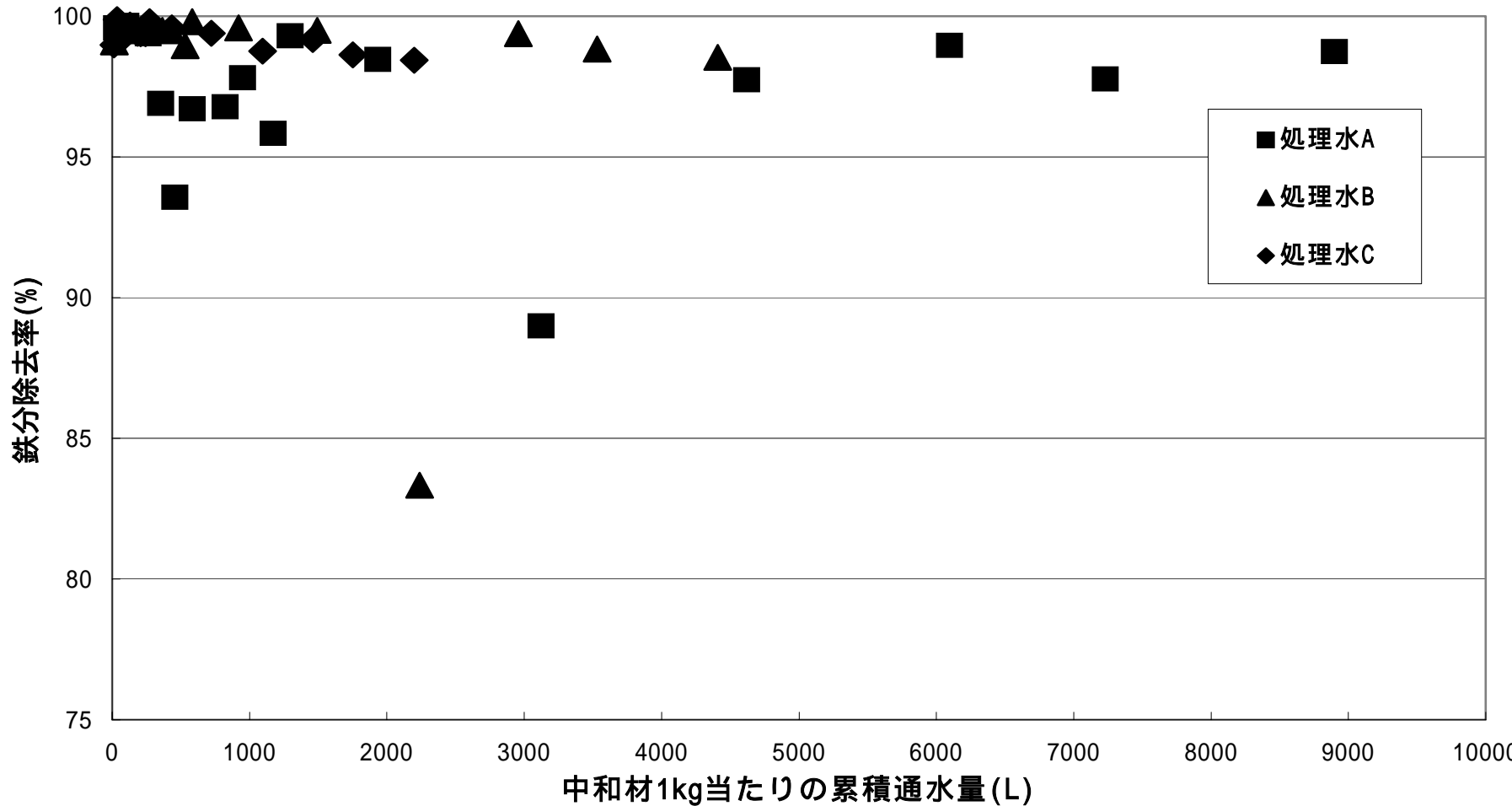


図8 . 処理水及び原水の鉄濃度



## (3) RW反応生成物中の細菌調査

目的： ロックウール系中和材による脱鉄処理が化学的酸化反応であるか生物的酸化反応であるかを検証するために、試料中の細菌を確認する

### 試料

- (1) 鯉田ロックウール反応生成物(破過)
- (2) 鯉田ロックウール反応生成物(処理中)
- (3) 鯉田堆積物
- (4) 泉水ロックウール反応生成物

### 確認微生物

- (1) 硫黄酸化細菌: Thiobacillusなど
- (2) 硫酸塩還元菌
- (3) 鉄酸化細菌: Thiobacillus ferrooxidans, Gallionella ferrugineaなど

## 表5. 反応生成物等中の細菌検査結果

試料名	硫黄酸化細菌	硫酸塩還元菌	鉄酸化細菌
鯰田RW反応生成物 (破過)	+	+	-
鯰田RW反応生成物 (処理中)	+	+	-
鯰田堆積物	+	+	-
泉水堆積物	+	+	+

+ :陽性、 - :陰性

\* 鯰田の実験系からは、鉄酸化細菌は認められなかった

## (4) 坑廃水処理実験結果のまとめ

\* ロックウール系中和材で、弱酸性の炭鉱廃水処理が可能である  
水素イオン濃度:

通水直後は高い 通水量の増加と共に次第に低下

9000L通水後においても

原水pH6.0に対してpH7.1 ~ 7.4と高い状態を維持

電気伝導度:

通水直後に614mS/mと増加

通水量が200Lを経過した後は、原水との差は顕著でない

カルシウム濃度:

通水直後は高い値を示すが、通水量の増加と共に次第に低下

硫酸イオン濃度:

原水と処理水でほとんど変化が認められない

鉄酸化細菌:

原水のpHが高いため、今回の実験系(鯉田)では生息しないと見られる

## 2. 反応生成物のリサイクル活用検討

### (1) 反応生成物のジベンゾフラン吸着量評価

#### 1) 実験装置: 固定層ガス流通式の分解実験装置を使用

2台のマスフローコントローラー(窒素と酸素用) + 1台の高温パーミエーター(ガスクロ改良: 高融点芳香族化合物を溶解拡散) 使用

#### 2) 実験条件

- ・ 供試ガス濃度: 酸素15% + ジベンゾフラン17ppm + 残り窒素ガス
- ・ ガス流量: 500Ncm<sup>3</sup>/min
- ・ 吸着温度: 100 に調整された吸着管(外径10mm 内径6mm)に導入
- ・ 吸着材量: 試料0.2gを吸着管に充填

#### 3) 実験方法:

吸着管を出たガスを一部分取りFIDガスクロに供給、ジベンゾフラン濃度測定  
出口ジベンゾフラン濃度が供給ジベンゾフラン濃度と同じになるまで実験を行い、濃度差(吸着濃度)の積算値より吸着量を算出

共存水蒸気の影響確認は、窒素供給側で46 のバブリングにより行った  
(吸着管供給 H<sub>2</sub>O=10%)



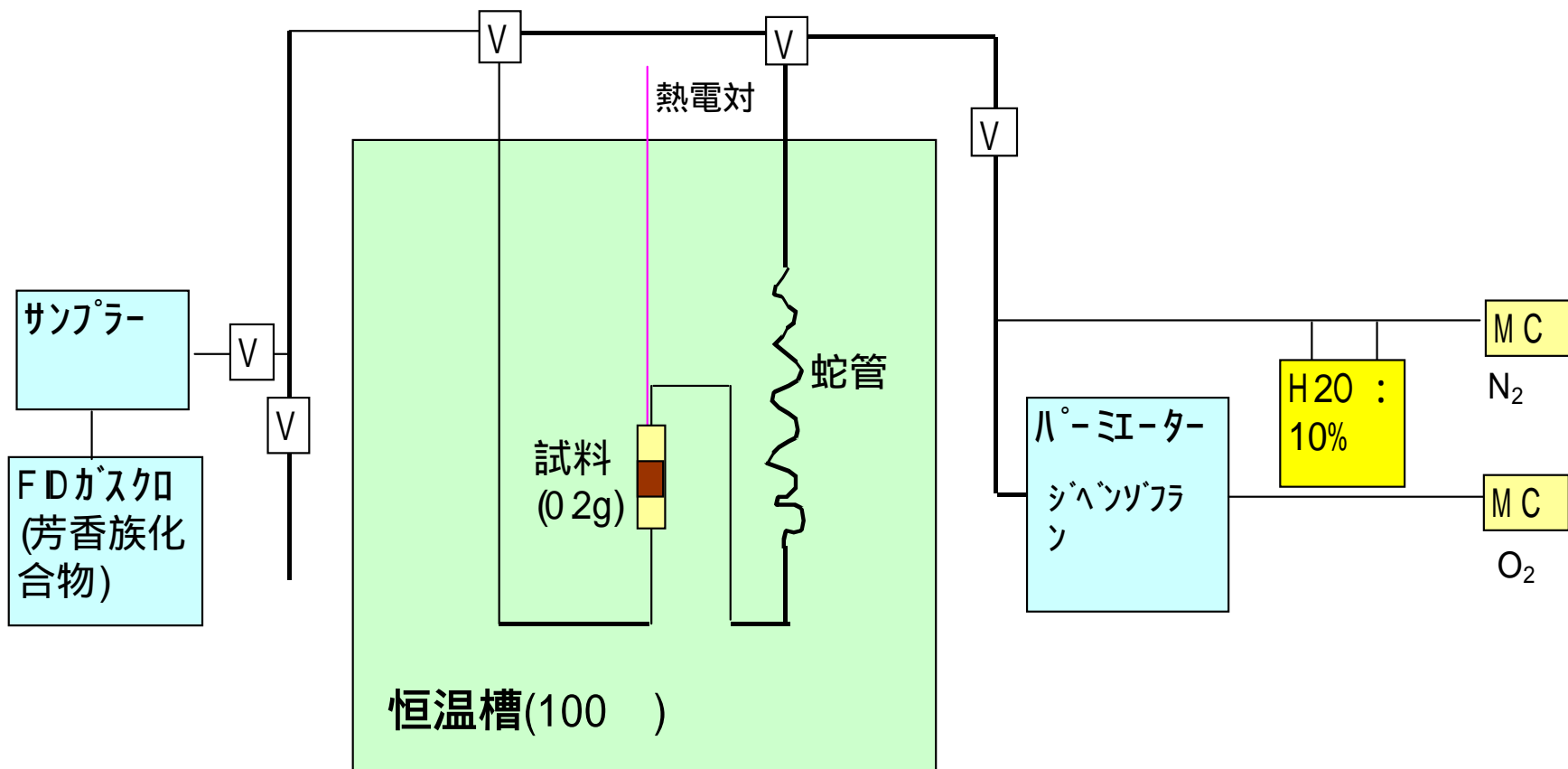


図10. ジベンゾフラン吸着実験装置 (NSC先端研にて試験)

# ジベンゾフラン吸着量測定

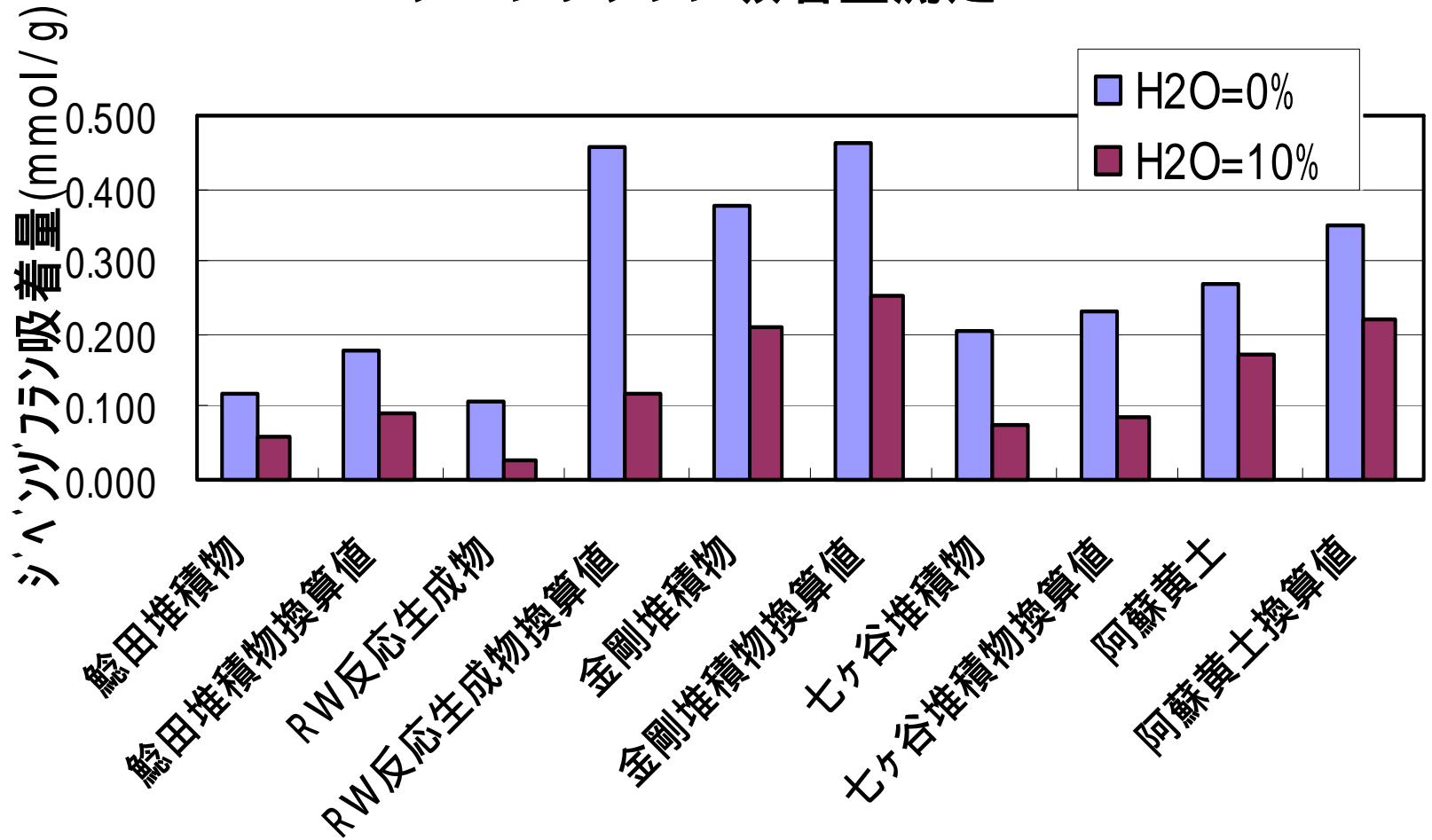


図11. 反応生成物等のジベンゾフラン吸着量  
(実測値および鉄分100%換算値)

# 表6 . 反応生成物及び鉄系堆積物の蛍光X線 (EDX) 分析結果

H15.12採取 (mass%)

	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	合計
餘田堆積物	5.4	22.3	3.4	65.7	<0.1	2.0	<0.1	0.3	<0.1	0.9	100
餘田RW反応生成物	9.0	35.2	22.6	24.2	<0.1	5.0	0.7	0.3	2.4	<0.1	100
金剛堆積物	1.6	7.5	<0.1	82.0	4.7	4.3	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	100
七ヶ谷堆積物	1.3	1.0	<0.1	87.6	0.9	9.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	100
阿蘇黄土	3.1	15.3	1.7	77.1	0.2	1.6	0.0	0.3	0.6	0.0	97

検出元素を酸化物換算し、合計を100%に補正

## (2) 反応生成物のジベンゾフラン吸着実験結果

ジベンゾフラン吸着量では金剛の自然堆積物が良好であり、DXN吸着剤として使用されている阿蘇黄土以上であった

ロックウール系中和材の反応生成物のジベンゾフラン吸着量は少なかったが、鉄分100%換算値では金剛並みを示した。

また、反応生成物の水分添加反応系での吸着量は劣った

今回の反応生成物が有効鉄分の含有量が低く、水溶性の石灰(セッコウ)含有量が高いためと推定される

課題:

- \* 反応生成物中の有効鉄分のアップ
- \* 実機試験にて効果を確認(実際の焼却場の排ガス中の雰囲気水分30~40%、排ガス中の他成分の吸着の影響)
- \* 原水水質による生成物の吸着能力の差の原因解明

## 4.まとめ

- (1)ロックウール系建築廃材は、利用可能な程度の発生量が見込まれる
- (2)ロックウール系建築廃材は、ロックウール系中和材の原料として利用可能な化学組成・物性を有する
- (3)ロックウール系中和材は、強酸性の金属鉱山の廃水処理以外でも、弱酸性の炭鉱廃水の処理材として使用可能である
- (4)ロックウール系中和材の反応生成物のジベンゾフラン吸着量は、鉄分100%換算値で、DXN吸着剤として使用されている阿蘇黄土に比較される範囲にあり、用途開発の可能性が認められる